

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV AUTOMOBILNÍHO A DOPRAVNÍHO
INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF AUTOMOTIVE ENGINEERING

STUDIE TYPOVÝCH ŘAD PNEUMATIKOVÝCH VÁLCŮ

MODEL RANGES ANALYSIS OF PNEU TYRED ROLLERS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

LADISLAV DOLEČEK

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. JAROSLAV KAŠPÁREK, Ph.D.

BRNO 2010

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav automobilního a dopravního inženýrství

Akademický rok: 2009/2010

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Ladislav Doleček

který/která studuje v **bakalářském studijním programu**

obor: **Strojní inženýrství (2301R016)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Studie typových řad pneumatikových válců

v anglickém jazyce:

Model ranges analysis of pneu tyred rollers

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Rozbor shrnující přehled současného stavu silničních stavebních strojů - pneumatikových válců. Rozbor bude zahrnovat teoretické poznatky, technické a provozní parametry pneumatikových válců od tuzemských a zahraničních výrobců.

Cíle bakalářské práce:

Proved'te rozbor rešeršního typu se zaměřením na celkové konstrukční uspořádání strojů, technologické sestavy, technické a provozní parametry. Proved'te kritické zhodnocení jednotlivých strojů v rámci celku nebo skupin.

Seznam odborné literatury:

VANĚK, A.: Strojní zařízení pro stavební práce, 2. přeprac. vyd., Praha: Sobotáles, 1999, 301 s., ISBN: 80-85920-61-1

VANĚK, A.: Moderní strojní technika a technologie zemních prací, Academia Praha, 2003

WARKENTHIN W.: Tragwerke der Fördertechnik 1. Fördertechnik und Baumaschinen, ed. IFF Engineering und Consulting, 1999, p. 260, ISBN-10: 3-528-06929-5, ISBN-13: 978-3-528-06929-2

Firemní literatura

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Jaroslav Kašpárek, Ph.D.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2009/2010.

V Brně, dne 20.11.2009

L.S.

prof. Ing. Václav Pištěk, DrSc.
Ředitel ústavu

prof. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc.
Děkan fakulty

Anotace

Tato bakalářská práce je studií stavebních strojů, pneumatikových válců. Práce popisuje základní poznatky z oblasti hutnění materiálů. Obsahuje technologické, technické a provozní parametry pneumatikových válců a celkové zhodnocení jednotlivých typů pneumatikových válců od různých výrobců v rámci hmotnostních skupin válců.

Klíčová slova:

Pneumatikové válce, hutnění, technologické, technické a provozní parametry

Annotation

This bachelor's thesis is study of building machines pneu tyred rollers. The thesis describes basic knowledges of compaction materials. The thesis contains technological, technical and operating parameters of pneu tyred rollers and overall analysis of particular types of pneu tyred rollers from different producers by weight categories of rollers.

Key words:

Pneu tyred rollers, compaction, technological, technical and operating parameters

Bibliografická citace

DOLEČEK, L. *Studie typových řad pneumatikových válců*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2010. 40 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Jaroslav Kašpárek, Ph.D.

Prohlášení

Prohlašuji, že tuto bakalářskou práci na téma Studie typových řad pneumatikových válců jsem vypracoval samostatně. Využil jsem zdrojů a literatury uvedených v seznamu na závěru práce a rad mého vedoucího práce pana Ing. Jaroslava Kašpárka, Ph.D.

5.5.2010

.....

Ladislav Doleček

Poděkování

Děkuji tímto mému vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Jaroslavu Kašpárkovi, Ph.D za jeho přístup, rady a informace, které mi poskytl spolu s množstvím literatury a všem výrobcům za kvalitně zpracované informace v jejich brožurách k jednotlivým vyráběným typům.

Obsah :

| | |
|---|----|
| 1 Úvod | 8 |
| 2 Zhutňování materiálů | 9 |
| 2.1 Statické působení | 10 |
| 2.2 Dynamické působení | 10 |
| 2.3 Hutněné materiály | 11 |
| 3 Způsoby měření zhutnění zemin | 12 |
| 3.1 Laboratorní měření | 12 |
| 3.2 Metody přímého měření | 13 |
| 4 Pneumatikové válce | 13 |
| 5 Konstrukční řešení a rozdělení pneumatikových válců | 14 |
| 5.1 Rámy strojů | 14 |
| 5.2 Pohon válců | 15 |
| 5.3 Pneumatiky | 17 |
| 5.4 Zavěšení kol | 20 |
| 5.5 Řízení pneumatikových válců | 21 |
| 6 Technické parametry pneumatikových válců | 22 |
| 6.1 Rozdělení pneumatikových válců podle jejich hmotnosti | 22 |
| 6.2 Rozdělení pneumatikových válců podle výrobců | 23 |
| 6.2.1 Ammann | 23 |
| 6.2.2 Bomag | 24 |
| 6.2.3 Caterpillar | 25 |
| 6.2.4 Dynapac | 26 |
| 6.2.5 Hamm | 28 |
| 6.2.6 Sakai | 30 |
| 7 Porovnání pneumatikových válců | 32 |
| 7.1 Lehké pneumatikové válce | 32 |
| 7.1.1 Srovnání na základě zatížení na jedno kolo válce | 32 |
| 7.1.2 Srovnání na základě poměru výkon/max. hmotnost | 33 |
| 7.1.3 Srovnání na základě zhutněné plochy za hodinu | 33 |
| 7.2 Střední pneumatikové válce | 34 |
| 7.2.1 Srovnání na základě zatížení na jedno kolo válce | 34 |
| 7.2.2 Srovnání na základě poměru výkon/max. hmotnost | 35 |
| 7.2.3 Srovnání na základě zhutněné plochy za hodinu | 35 |
| 7.3 Těžké pneumatikové válce | 36 |
| 7.3.1 Srovnání na základě zatížení na jedno kolo válce | 36 |
| 7.3.2 Srovnání na základě poměru výkon/max. hmotnost | 36 |
| 7.3.3 Srovnání na základě zhutněné plochy za hodinu | 37 |
| 8 Závěr | 38 |
| 9 Seznam použité literatury | 39 |

1 Úvod

Při stavbě pozemních komunikací a jiných stavebních celků je důležité vhodně připravit podklad pro samotnou stavbu a dále při stavbě komunikací kvalitně zhutnit celou vrstvu vozovky. K těmto pracím se používají hutnící stroje různých typů a velikostí. Především se zde používají hutnící válce s ocelovými běhouny, které však nemají některé speciální požadované účinky na hutněný materiál. Pro lepší a kvalitnější zhutňování především živičných krytů vozovek se využívají pneumatikové válce. Jedná se o válce se statickým účinkem na zeminu v kombinaci se speciálním vlivem na hutněnou vrstvu, a tím je hnětení. Hnětení je zprostředkováno vlivem pneumatik, jejich materiálem a chováním pneumatik pod zátěží stroje a při jeho pojezdu. Hnětení vyvolává v hutněném materiálu další síly, jejichž účinkem je lepší spojení složek hutněné směsi. Takový účinek nedokáží válce s hladkými ocelovými běhouny docílit.



Obr. 1: Pneumatikový válec Dynapac CP 274 [5]

2 Zhutňování materiálů

Zhutňování je technologický proces, při němž nám jde o překonání koheze a třecích sil mezi částicemi hutněného materiálu a stlačit je k sobě s co nejmenšími mezerami. Musíme překonat vliv nepropustnosti hutněného materiálu, který brání vytlačení vody a plynů z dutin materiálu. Proto musíme překonávat i tlak těchto plynů nebo vzduchu v dutinách. Jinak řečeno jde nám o zvýšení objemové hmotnosti hutněného materiálu. Cílem zhutňování je dosáhnout v zemině takových změn, aby v konstrukci nepodléhala dalšímu sedání. Zhutněním materiálu dosáhneme zlepšení jeho mechanických vlastností. Dále docílíme lepší soudržnosti, pevnosti, těsnosti a nepropustnosti zhutňované vrstvy. Například překonáním koheze zeminy, což je vzájemné přitahování jemných částíček materiálu za přítomnosti vody a zvýšení vnitřního tření, vytvoříme trvalé zlepšení mechanických vlastností zhutněné zeminy.

K tomuto účelu se používají různé hutnicí stroje. Tyto stroje využívají účinek statického tlaku na hutněnou vrstvu vyvozeného jejich vlastní hmotností a účinek hnětení, kterého je docíleno účinkem pneumatik na hutněnou vrstvu. Účinek hnětení je specifický pro pneumatikové válce. Dále mohou používat dynamické účinky na zeminu, kterými se rozumí působení vibrací kol na hutněnou vrstvu. Tento systém však není u pneumatikových válců zatím zcela běžný a je k vidění pouze výjimečně.

Při zatížení zeminy v ní vzniká deformace :

1. Pružná deformace. Po ukončení zatěžovací síly vyvíjené hutnicí technikou se částice zeminy vracejí do své původní polohy. Při působení zatížení na částice hutněného materiálu se mezery mezi nimi, naplněné vodou a vzduchem, zmenšují a mezi nezatíženými částicemi zvětšují. Po odlehčení zatížení se mezery vyplněné vodou mezi sebou pružně vyrovnají. Aby částice setrvaly ve stlačeném stavu, muselo by zatížení působit dostatečně dlouho než se vyrovnají tlaky vzduchu v mezerách mezi částicemi. [1]

2. Plastická deformace. Tato deformace nastane když částice hutněného materiálu zaujmou těsnější vzájemnou polohu na úkor vytlačení vzduchu z pórů materiálu. Avšak ze soudržné a nepropustné zeminy se nám nepodaří zcela vytlačit všechen vzduch. Například v jílech a hlínách vždy zůstává 5-6% vzduchu. U zhutňování nám jde právě o plastickou deformaci hutněného materiálu. [1]

2.1 Statické působení

1. Tlakové působení pneumatik na hutněný materiál při pojezdu stroje způsobuje v tomto materiálu tlakové napětí. Velikost tohoto napětí je dána tíhou stroje a velikostí styčné plochy pneumatiky s hutněným materiálem. U pneumatikového válce můžeme regulovat obě tyto veličiny. Velikostí tlaku v pneumatikách regulujeme velikost styčné plochy pneumatiky s materiálem a tíhu stroje je možné regulovat jeho dotížením. Dotížení se provádí přidáním vody, písku nebo jiného závaží do dotěžovací nádrže. Při plném dotížení má pneumatikový válec více než dvojnásobnou hmotnost.

2. Účinek hnětení způsobený pneumatikou. Při pojezdu pneumatikového válce působí na hutněný materiál nejen vertikální síla vyvozená vlastní tíhou stroje, ale i horizontální síla. Při zaboření pneumatiky do materiálu a působení obou těchto sil vzniká v hutněném materiálu hnětací účinek. Tomuto účinku napomáhá deformace běhounu pneumatiky při pojezdu. Hnětením se materiál dobře pracuje a tím se zvýší jeho únosnost a soudržnost.

2.2 Dynamické působení

Dynamické působení na hutěnou vrstvu je zprostředkováno pomocí vibrací přenášených pneumatikami do hutěného materiálu. Vibrace v zemině způsobují rozkmit jejích částic což umožňuje lepší odcházení plynu z mezer mezi částicemi zeminy. Vibrace pomáhají k překonání vnitřního tření mezi částicemi a to vede k těsnějšímu uspořádání částic hutěného materiálu jejich zaklíněním do sebe.

2.3 Hutnění materiálu

Pneumatikové válce se používají pro hutnění jemných soudržných i nesoudržných zemin. Dokáží do hutněné vrstvy přenášet vysoké tlaky a tím docílit velké míry zhutnění. Mohou být uplatněny pro hutnění jinak obtížně zhutnitelných plastických a vlhkých zemin. Dále se používají jak k hutnění podloží pro různé stavební aplikace tak pro předhutnění, samotné hutnění a zavření živičných koberců při výstavbě pozemních komunikací.

Typy hutněných materiálů:

a) Soudržné zeminy:

- směsi soudržných zemin s vysokým podílem jemných zrn nad 35% a s největšími zrny do průměru 50 mm [1]
- směsi hrubozrnných zemin s podílem jemných zrn do 35% a s hrubými zrny nad průměr 50 mm [1]

b) Nesoudržné zeminy :

- štěrky se zrny do průměru 50 mm, tyto nejsou náchylné na obsah vody, ale vyžadují velké osově zatížení a tlak pneumatik [1]
- čisté štěrkopísky se zrny do průměru 50 mm jsou pneumatikovými válci zhutnitelné, pokud se válce příliš neboří [1]

c) Podkladní vrstvy vozovek :

- podklad vozovek vyžaduje dobré zhutnění a zvýšenou únosnost. Jsou však složeny z materiálů velmi obtížně zhutnitelných (štěrkodrt', přírodní kameny, směs drceného kamene a granulované strusky apod.), proto je zde výhodnější použití těžké vibrační stroje. [1]
- pokud je podkladová vrstva vozovky složena ze štěrkopísku nebo struskového písku, dají se zde pro hutnění dobře uplatnit pneumatikové válce [1]

d) Živičné materiály :

- živičný kryt vozovky. Zde se uplatňují pneumatikové válce nejlépe kvůli jejich schopnosti hutnit směs dokonce přímo za finišerem, kdy má směs teplotu až 150°C a nízkou viskozitu, aniž by docházelo k poruchám hutněné vrstvy (trhlínky, hrnutí směsi). V tomto případě je však nutné předeheat pneumatikové válce infrazářiči. [1]

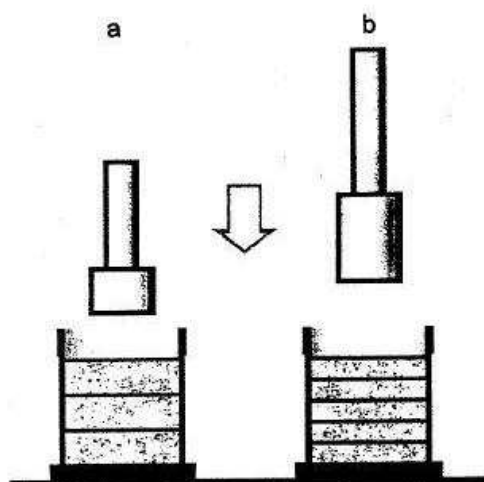
3 Způsoby měření zhutnění zemin

Výsledné změny ve struktuře materiálu sledujeme pomocí laboratorních měření. Měření se provádí na základě parametrů zhutňované zeminy (typ, složení, zrnitost, vlhkost). Míru zhutnitelnosti materiálu charakterizuje jeho objemová hmotnost. K měření objemové hmotnosti a zhutnitelnosti materiálu se používá Proctorova zkouška nebo její modifikace. Zkoušku zhutnění materiálu lze také provést přímo na staveništi. Tato zkouška se provádí měřením daného objemu vzorku směsi před a po hutnění. Tímto dokážeme také stanovit docílenou objemovou hmotnost zeminy ze zhutnění.

3.1 Laboratorní měření

Proctorova zkouška existuje ve dvou kvalitativních modifikacích :

- a) Standardní Proctorova zkouška. U této zkoušky má zkušební vzorek objem 934 cm³ a je umístěn ve válci o průměru 102 mm ve třech vrstvách. Každá z těchto vrstev se zhutní 25 pády beranu o hmotnosti 2,5 kg z výšky 305 mm. Toto zhutnění odpovídá zhutnění přehrad a hrází. [1]
- b) Modifikovaná Proctorova zkouška pracuje na stejném principu, akorát se u ní dosahuje většího stupně zhutnění vzorku. Objem a tvar vzorku zůstává stejný jako v prvním případě, ale hmotnost beranu se zvětšila na 4,54 kg, padá z výšky 457 mm a hutněných vrstev je pět místo tří. Toto zhutnění odpovídá zhutnění podkladů silničních těles, letištních drah apod. Je to maximální zhutnění, kterého lze dosáhnout na staveništi při použití klasické hutnicí techniky. [1]



Obr. 2: a) standardní Proctorova zkouška, b) modifikovaná Proctorova zkouška [1]

3.2 Metody přímého měření

Jedná se o měření zhutnění materiálu přímo hutnícím strojem, který je vybaven systémem určeným k tomuto měření. Tento systém pracuje na principu snímání odezvy hutněného materiálu na vibrace běhounu. Tyto údaje jsou vyhodnoceny počítačem a obsluze se na číselné stupnici zobrazuje aktuální stupeň zhutnění. Dále je možné měřit zhutnění plošně. To se provádí na stejném principu jako předchozí případ, avšak systém je vybaven ještě snímačem ujeté vzdálenosti. Data ze snímače odezvy materiálu na vibrace běhounu a ujeté vzdálenosti vyhodnocuje počítač a strojník na displeji vidí schéma zhutňované plochy vyplněné barevnými políčky, která podle barvy vyjadřují aktuální stupeň zhutnění. Tento systém je však použitelný zejména u válců s ocelovým běhounem. [1]

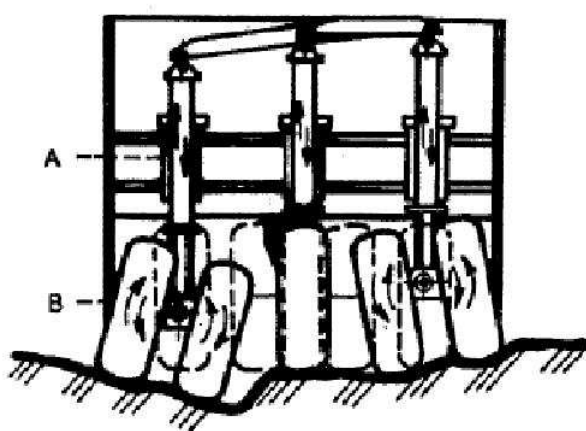
4 Pneumatikové válce

Pneumatikové válce jsou válce se statickým účinkem v kombinaci s hnětením působícím na hutněnou zeminu. Mají lepší zhutňovací účinek a hloubkový dosah než statické válce s ocelovými běhouny. V současné době se stávají stále více používanými a vytlačují statické válce s hladkými ocelovými běhouny. Existují také válce kombinované viz. Obr. 3, které mají jeden válec ocelový a druhý pneumatikový. Tímto kombinují účinky hutnění vibracemi ocelového běhounu a účinky hnětení válce s pneumatikami. Válce pneumatikové v materiálu vyvolávají k této vertikální síle i horizontální síly jak ve směru pojezdu, tak kolmo na něj, způsobené vlastnostmi pneumatiky. Spojení působení vertikálních a horizontálních sil spolu s elasticitou pneumatiky vyvolává v materiálu hnětací účinek. Tento účinek je charakteristický pro pneumatikové válce a je zvláště důležitý při válcování horkého živičného koberce vozovky, který se tímto působením uzavře a zabrání pronikání vody do vozovky a tím její větší odolnosti a životnosti. [1]



Obr. 3: Kombinovaný tandemový válec Hamm DV 65 [6]

Díky kyvadlovému zavěšení kol viz. Obr. 4 vyvíjejí pneumatikové válce na hutněný materiál tzv. izostatický účinek. Dokáží kopírovat i podélné nerovnosti hutněné vrstvy a docílit rovnoměrného zhutnění celé plochy oproti válcům s ocelovými běhouny, které nejvíce zhutní výstupky a nerovnosti v hutněné vrstvě a výsledné zhutnění je nerovnoměrné. Díky pneumatikám u válce dokážeme velmi citlivě nastavit hutnící vlastnosti stroje pro každý materiál. Pro přizpůsobení válce danému zhutňovanému materiálu můžeme regulovat hmotnost válce změnou přídavné zátěže a kontaktní tlak změnou tlaku v pneumatikách. Dále můžeme měnit typ pneumatik válce a jejich velikost. Dalším faktorem ovlivňujícím výsledný hutnící účinek je rychlost pojezdu válce. Díky těmto faktorům, které můžeme libovolně měnit v rámci možností stroje, vždy docílíme precizního hutnícího účinku v jakýchkoli podmínkách a nárocích na hutněnou vrstvu. [1]



Obr. 4: Schéma zavěšení kol válce [1]

5 Konstrukční řešení a rozdělení pneumatikových válců

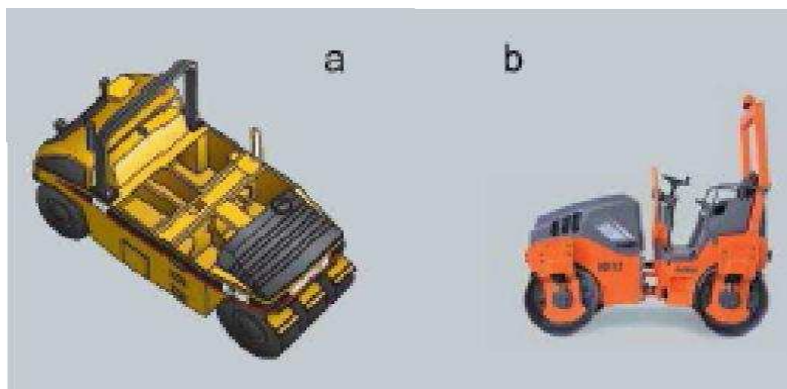
Toto rozdělení lze provádět na základě popisu rámu strojů, které mohou být pevné, kloubové nebo trojdílné, které jsou kombinací těchto dvou. Dále dle řešení pohonu válců, typu, umístění a počtu pneumatik, zavěšení kol a typu řešení řízení směru jízdy válce.

5.1 Rámy strojů

Rámy strojů tvoří nosnou konstrukci celého válce, ve které jsou umístěny všechny rozhodující části stroje jako jsou motor a ostatní hnací mechanismy, nápravy s pneumatikami, nádrže na palivo, kropící vodu, chladicí kapalinu a prostor pro zátěž stroje. Jako zátěž se používá voda, písek, šterk, dlažební kostky dále ocelové, litinové nebo železobetonové desky. U moderních válců je konstrukce rámu taková, že umožňuje rovnoměrné rozdělení zátěže na jednotlivá kola válce. [1]

U pneumatikového válce se používají rámy tří typů :

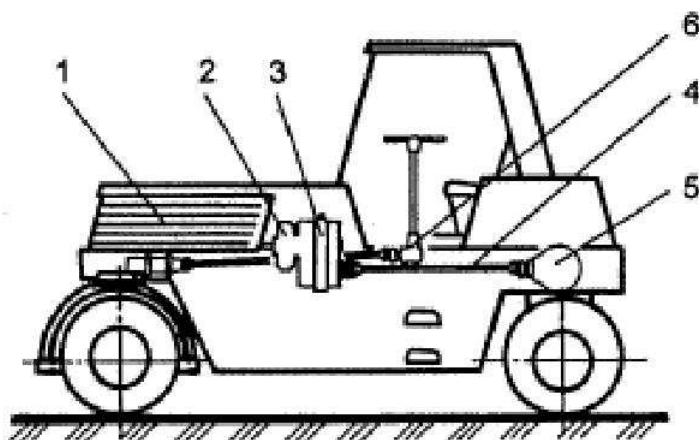
- a) pevný nedělený rám viz. Obr. 5 a, který je zatím nejpoužívanější. Má ale poměrně velký poloměr zatáčení a při najíždění do stopy zanechává málo zhutněná místa
- b) dělený kloubový rám viz. Obr. 5 b, díky němu dokážeme dosáhnout menších poloměrů zatáčení a sleduje lépe stopu než pevný rám, např. při najíždění do stopy nezanechává málo zhutněná místa
- c) trojdílný rám, který je složen ze střední pevné části s kabinou a motorem, ke které jsou na každé straně přimontovány rámy pro zátěž stroje [1]



Obr. 5: Rámy pneumatikových válců; a) pevný rám stroje [3], b) dělený rám stroje [6]

5.2 Pohon válců

Většina pneumatikových válců je poháněna hydrodynamicky, kde dieselový motor slouží k pohonu hydraulického generátoru. Poháněna je pouze zadní náprava a přední kola jsou řiditelná. Pohon válce se skládá ze vznětového motoru, hydrodynamického měniče, reverzační převodovky a diferenciálu viz. Obr. 6. Velké nároky jsou zde kladeny na reverzační převodovku. Její funkce musí být hladká a hlavně rychlá aby při válcování horké živice směs nedocházelo k boření válce při reverzaci. Ostatní pohony, jako je servořízení, řízení přítlaku náprav atd. jsou hydrostatické.

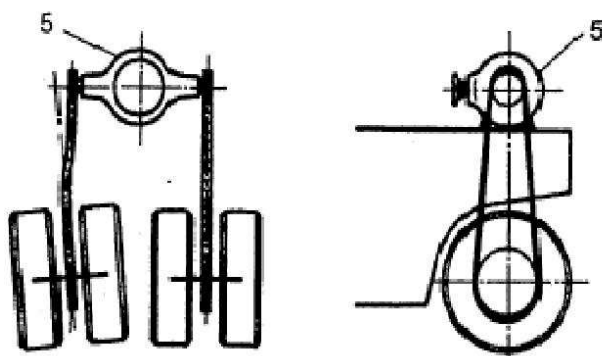


Obr. 6: Schéma pneumatikového válce; 1– vznětový motor, 2– hydrodynamický měnič, 3– reverzační převodovka, 4– kloubový hřídel, 5– diferenciál, 6– servořízení předních kol [1]

Některé válce mají pouze dva převodové stupně vpřed i vzad. První stupeň je pracovní s rychlostí do 10 km/h a druhý je přepravní s rychlostí 20 - 25 km/h. U třírychlostních válců jsou dvě rychlosti pracovní. První do 6 km/h a druhý do 12 km/h. Třetí rychlostní stupeň je přepravní 20 - 25 km/h. [1]

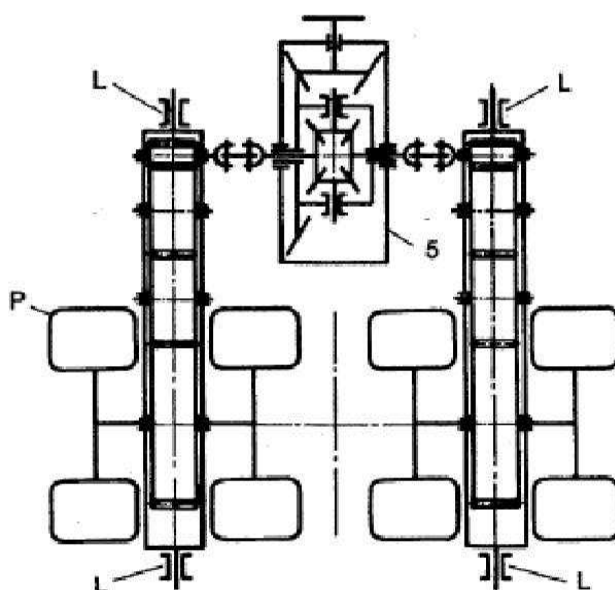
Přenos kroutícího momentu z diferenciálu na hnanou nápravu je možné provést trojím způsobem:

- a) Řetězovým převodem na každou dvojici zadních kol. Tento systém je poměrně jednoduchý, ale z důvodu potřeby kývavého pohybu kol je zde řetěz nevhodně namáhán a pokud je řetěz méně kvalitní může být zdrojem poruch.



Obr. 7: Schéma řetězového převodu, 5 – diferenciál [1]

- b) Čelními převodovými koly na každou dvojici zadních kol. Zde se z diferenciálu přenáší kroutící moment kloubovými hřídeli do převodovek každého páru zadních kol, které přenášejí kroutící moment na kola válce. Obě převodovky jsou uloženy ve sférických ložiskách které jim umožňují sledovat kývavý pohyb kol. Schéma diferenciálu, převodových skříní a párů kol je na Obr. 8.



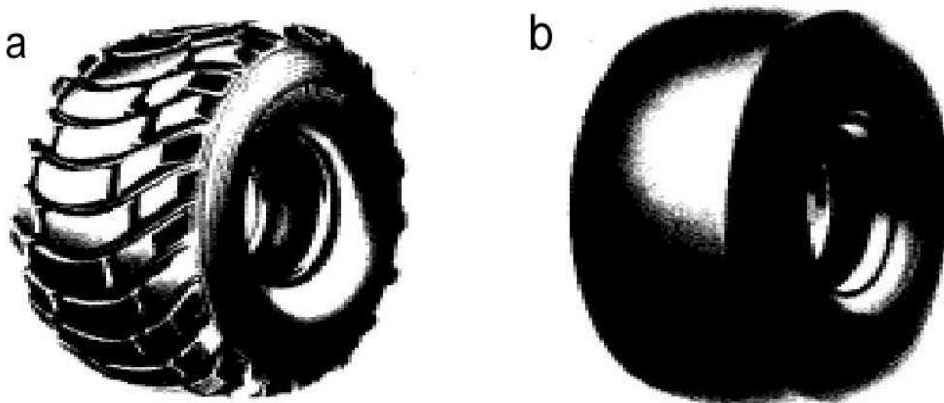
Obr. 8: Schéma náhonu nápravy převodovými skříněmi s čelními ozubenými koly [1]

- c) Kombinací těchto dvou variant. V případě, kdy máme tři dvojice zadních kol, je možné použít na prostřední dvojici pohon skříní s ozubenými koly a na krajní páry pohon řetězem. Toto řešení však není příliš obvyklé.
- d) Hydraulický pohon. Motor je spojen s hydraulickým generátorem který pohání veškeré systémy válce. Hydraulickým potrubím je olej veden do hydromotorů v nábojích hnaných kol, které slouží k pojezdu válce. Tento systém může být řešen jako hydrostatický nebo hydrodynamický. U hydrostatického systému se využívá tlaková energie oleje. V tomto systému je problém s plynulým rozjezdem, protože okruh oleje lze pouze zapnout nebo vypnout. U hydrodynamického se využívá energie proudění oleje. Olej v potrubí stále proudí skrz lopatky hydromotoru v náboji kola a natáčením lopatek regulujeme plynulost záběru. Tímto docílíme pozvolného rozjezdu stroje. Tento systém je lepší pro kvalitu výsledného hutněného povrchu kvůli možnosti rychlé a hlavně plynulé změny směru spolu s plynulým rozjezdem.

5.3 Pneumatiky

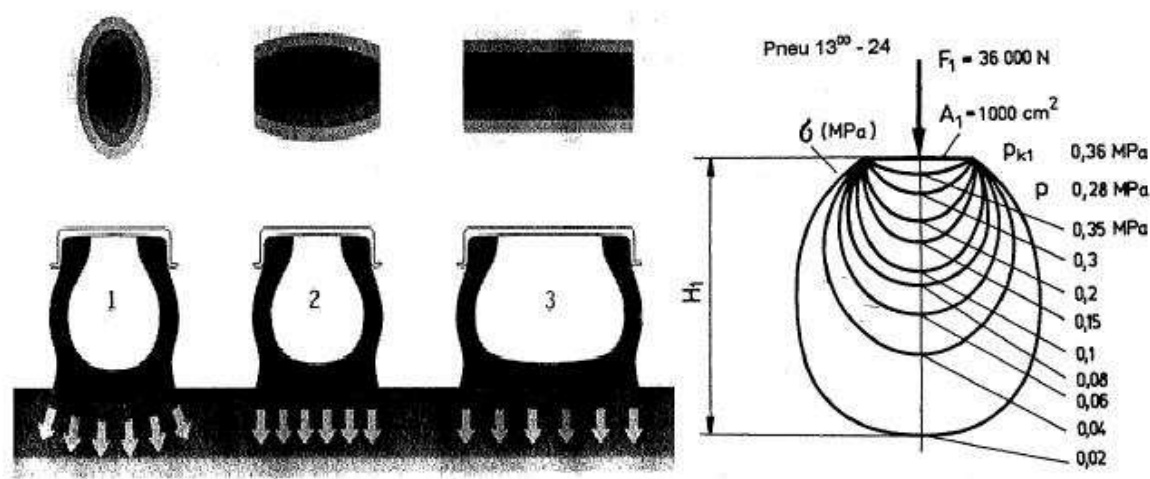
U penumatikových válců se používají dva druhy pneumatik :

- a) Profilové radiální pneumatiky se vzorkem, které se používají při hutnění sypkých materiálů např. písek nebo jiné sypké zeminy. Ukázka takové pneumatiky je na Obr. 9 a. [1]
- b) Speciální hladké pneumatiky, které se používají při zhutňování živičných nebo betonových krytů vozovek. Jsou vhodné díky své schopnosti uzavírat povrch. U těchto pneumatik je nutné znát jejich hodnoty maximálního možného zatížení pneumatiky a rozsah tlaků kterými je možné pneumatiky hustit. Ukázka hladké pneumatiky je na Obr. 9 b.



*Obr. 9: a) Profilová radiální pneumatika se vzorkem,
b) Speciální hladká zhutňovací pneumatika [1]*

Výsledný zhutňovací účinek můžeme ovlivnit zatížením stroje, tlakem v pneumatikách, volbou šířky a typu pneumatik a rychlostí pojezdu. Volbou šířky pneumatik a tlakem v nich měníme velikost kontaktní plochy pneumatiky s vozovkou. Ukázka možností kontaktních ploch spolu s ukázkou napětí v hutněném materiálu vyvolaných pneumatikou je na Obr. 10. Průběh napětí závisí na vlastnostech materiálu a jeho složení. Čím je hutněný materiál sušší, tím se tvar napětíových křivek přibližuje kružnici.

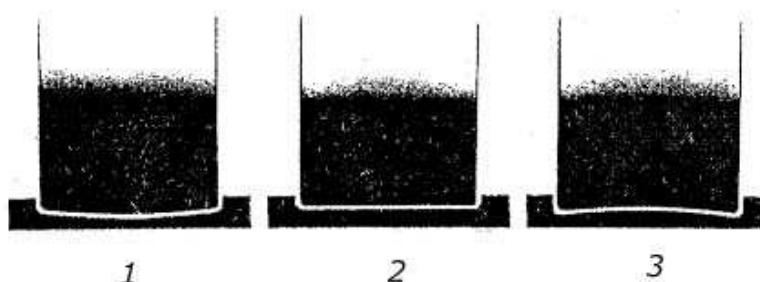


Obr. 10: Možnosti kontaktních ploch pneumatik spolu s napětím způsobeném v materiálu pneumatikovým válcem [1]

Kontaktní tlak pneumatik se zvětšuje přidáváním zátěže do stroje nebo zvýšení tlaku v pneumatikách. Častější je přidání zátěže, ale efektivnější je zvyšování tlaku. Při používání pneumatikových válců a díky uvedeným zkouškám hutněné zeminy bylo zjištěno několik závěrů :

- Zvýšíme-li zatížení kola při stejném kontaktním tlaku dvakrát, zvýší se dvojnásobně i kontaktní plocha, která má 1,42 násobný průměr a tím i 1,42 násobný hutnění účinek [1]
- Zatížením kola regulujeme zhutňovací sílu na zhutňovaný materiál, změnou tlaku v pneumatikách spolu se zatížením regulujeme stupeň zhutnění
- Nejlepšího hloubkového účinku zhutnění dosáhneme při velkém zatížení a vysokém tlaku v pneumatikách [1]
- Nejlepšího zhutnění povrchové vrstvy hutněného materiálu dosáhneme malým tlakem v pneumatikách spolu s nízkým osovým zatížením kola [1]
- Při zhutňování nesoudržných zemin je výhodné hutnit po menších vrstvách nižším zatížením i tlakem v pneumatikách

- Rychlostí pojezdu válce lze měnit hloubku zhutnění. Čím rychleji válec jede, tím je hloubka zhutnění menší. Díky tomuto není nutné předhutnění lehkými válci s ocelovými běhouny. Postačí u prvních přejezdů pneumatikovým válcem zvýšit rychlost pojezdu a na poslední přejezdy použít nejnižší rychlost.
- U pneumatikového válce lze docílit až trojnásobné provozní hmotnosti oproti hmotnosti prázdného válce
- Tlak v pneumatikách lze za provozu upravovat dle aktuálních požadavků v rozmezí 0,2 – 0,8 MPa přímo z kabiny obsluhy [1]
- Kontaktní tlak na zhutňovaný materiál lze měnit v rozmezí 0,2 – 0,7 MPa [1]
- Kvalitního zhutnění lze dosáhnout i při práci za menších okolních teplot. Musíme ale použít vyšší kontaktní tlaky vzhledem k okolní teplotě.



Obr. 11: Poruchy při zhutňování

1 - pneumatika je buď přehuštěna nebo je malé osové zatížení

2 – optimální situace, správné nahuštění i zatížení

3 – pneumatika je buď podhuštěna nebo je velké osové zatížení [1]

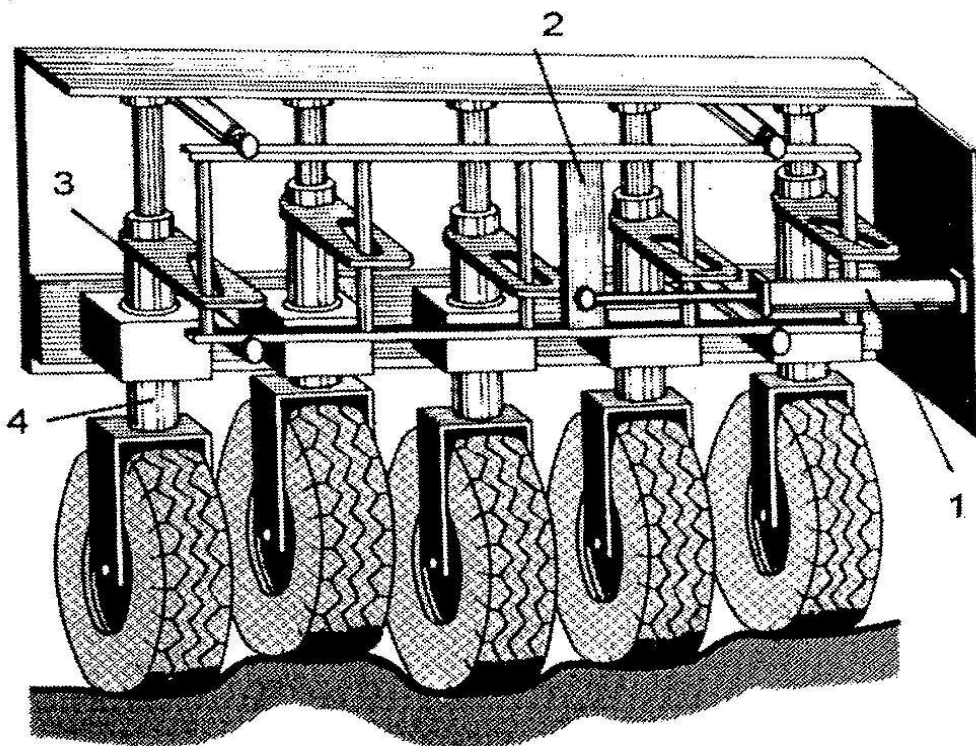
Vliv počtu a umístění pneumatik

Na výsledné zhutnění nemá největší vliv hmotnost samotného válce, ale počet kol válce a zatížení na jedno kolo. Počet kol se liší podle výrobce válce. Nejpoužívanější konfigurace kol přední/zadní náprava jsou 3/4, 4/3, 4/4, 4/5, 5/4, 5/6 a 6/5. Vyšší počet pneumatik u válce nezpůsobuje lepší hutnící účinek nebo kvalitnější povrch. Má vliv pouze na pracovní záběr stroje. Důležitým parametrem válce je překrytí stop kol přední a zadní nápravy. Tento přesah se při konstrukci rámu a náprav pneumatikového válce volí v rozmezí 25–50mm. Je důležité aby zadní pneumatiky zhutňovaly dráhu, která vzniká mezi koly přední nápravy a tuto stopu sledovaly nejen při pojezdu stroje v přímém směru, ale i při pozvolném najíždění nové stopy válce. Tímto se zabraňuje vzniku nezhutněných míst v hutněném povrchu.

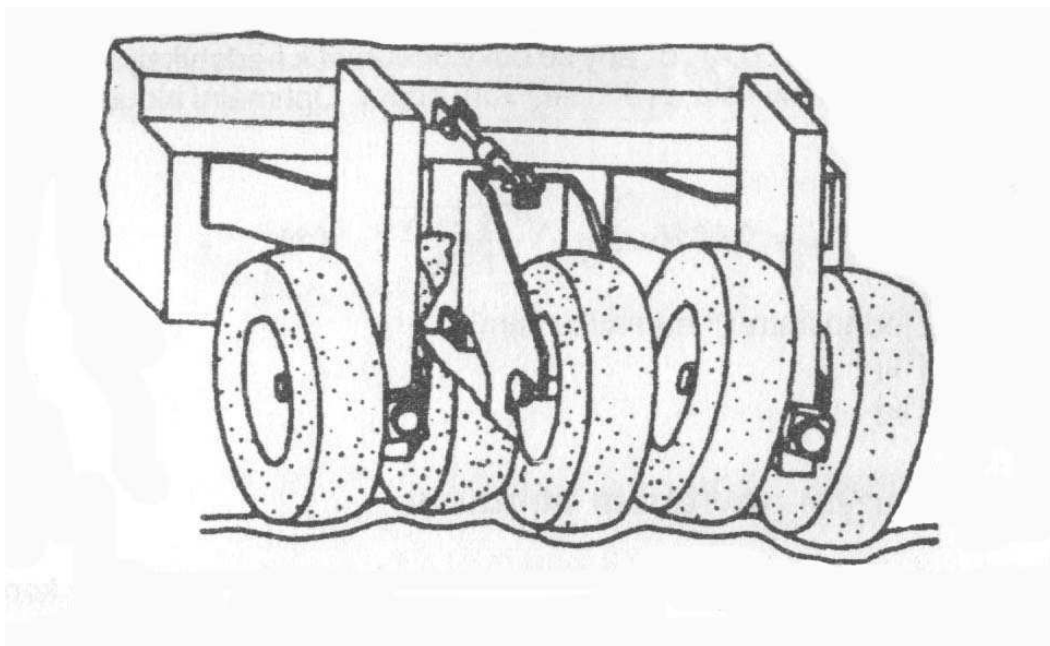
5.4 Zavěšení kol

Dalším důležitým faktorem při hutnění je samotné zavěšení kol a celých náprav válce. Zavěšení má vliv na způsob, jakým pneumatika předává zemině své silové působení. Po pneumatikovém válci požadujeme rovnoměrné a souvislé zhutnění celého hutněného povrchu ve všech jeho částech do určité hloubky. K takovému zhutnění je zapotřebí docílit tzv. izostatického působení válce na zeminu. Toho lze docílit vhodným zavěšením kol, které kolu nebo dvojici kol dovolí nezávisle na ostatních měnit svou výšku při zachování stejného styčného tlaku a hutnicího účinku pneumatik na zeminu. K ovládání vertikálního pohybu kol se používají přímočaré hydromotory. Jsou to hydraulické válce vytvářející spojení mezi rámem stroje a koly. Regulací polohy vysunutí pístu měníme výšku kola vůči válci a tím jsme schopni vytvořit izostatické účinky stroje. Nejpoužívanější řešení zavěšení kol válce je od firmy Albaret viz. Obr. 12, které má pro každé kolo hydraulický ovládací systém. Takto je docíleno kvalitního zhutnění i nerovnoměrného náspu. Izostatické uložení se u pneumatických válců používá ve většině případů pouze na přední nápravě, zadní náprava je pevná.

Dále je důležitý kyvadlový mechanismus zavěšení kol. Tento slouží k možnosti kývání kol nebo jejich páru ve směru kolmém na směr jízdy. Schéma uložení přední nápravy válce je na Obr. 13.



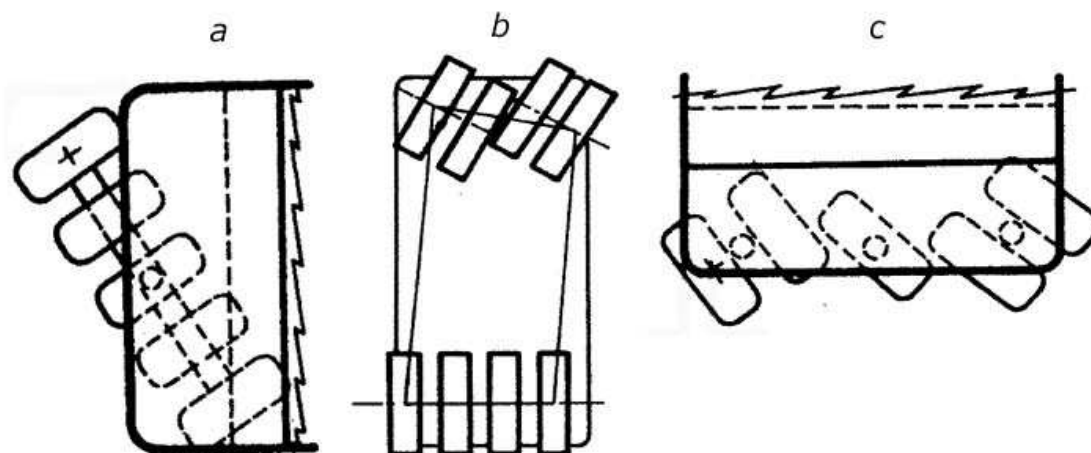
Obr. 12: Konstrukce uložení spolu s řízením firmy Albaret, 1- přímočarý hydromotor, 2- kulisa, 3- naklápěcí páka, 4- posuvná vidlice [1]



Obr. 13: Celkový pohled na uložení přední nápravy [1]

5.5 Řízení pneumatikových válců

Existují asi tři varianty zavěšení přední říditelné nápravy. Jako nejstarší technické řešení je natáčení celé přední nápravy v jednom bodě. Kyvadlový pohyb je zde umožněn kýváním v jednom bodě uprostřed osy viz. Obr. 14 a. Další varianta je natáčení kol po dvojicích ve dvou bodech viz. Obr. 14 b. K řízení takto uložené nápravy se používají servomotory. Při lichém počtu kol nápravy se natáčení řeší ve třech bodech. Jsou řízeny dva krajní páry a prostřední kolo, které nevykonává kývavý pohyb. Poslední variantou je řešení firmy Albaret, které využívá mechanismus uvedený v Obr. 12.



Obr. 14: Možnosti řízení předních kol a) tuhá náprava s čepen uprostřed, b) natáčení dvojice kol ve dvou bodech, c) natáčení kol ve třech bodech [1]

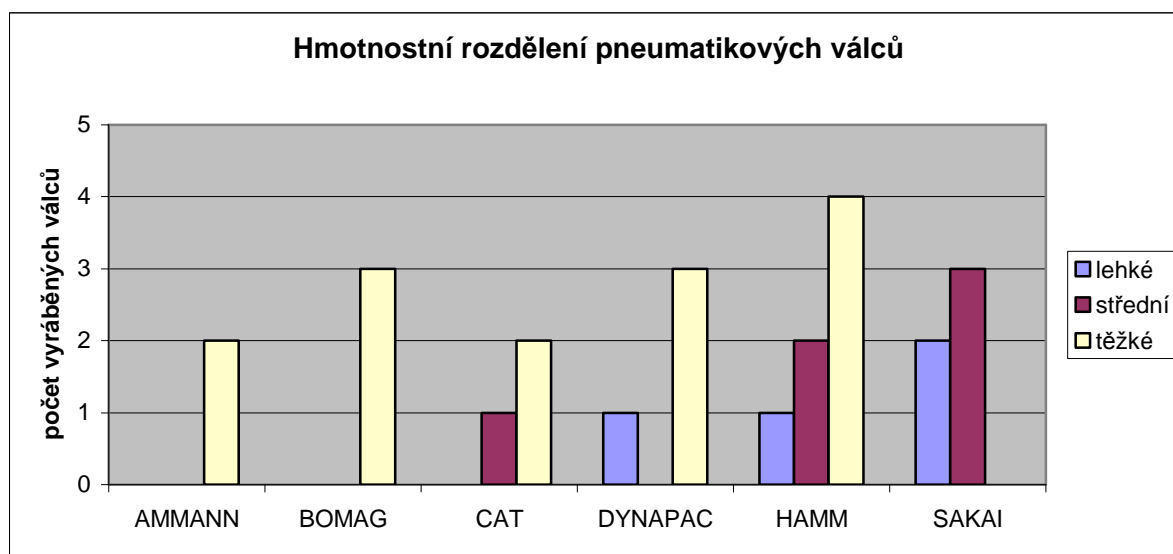
6 Technické parametry pneumatikových válců

Technické parametry válce jsou velmi důležité při volbě stroje pro vhodné použití. Před použitím válce musíme znát jeho hmotnost, zatížení na jedno kolo, počet kol, zavěšení kol, záběrnou šířku stroje, typ pneumatik, velikost jejich kontaktní plochy, tlak vzduchu v pneumatikách, velikost kontaktního tlaku a rychlosti pojezdu válce. Dle těchto parametrů rozdělujeme válce do třech tříd:

- lehké válce s provozní hmotností 4000-10000 kg
- střední válce s provozní hmotností 11000-15000 kg
- těžké válce s provozní hmotností 15000-20000 kg

6.1 Rozdělení pneumatikových válců podle jejich hmotnosti

Základním porovnávacím parametrem je hmotnost válce. Jak jeho provozní, tak maximální. Rozdělíme válce do tří hmotnostních skupin uvedených výše.



Obr. 15: Graf rozdělení pneumatikových válců do hmotnostních kategorií

Jak je patrné z grafu viz Obr. 15 většina výrobců vyrábí především těžké pneumatikové válce. Střední a lehké pneumatikové válce nevyrábí pouze firma Ammann a Bomag. Ostatní výrobci vyrábějí lehké a střední válce, avšak pouze jeden nebo dva typy. Největším výrobcem pneumatikových válců je firma Hamm, která se však věnuje především hutnické technice. Ostatní firmy mají širší nabídku stavebních strojů.

6.2 Rozdělení pneumatikových válců podle výrobců

6.2.1 AMMANN

Firma Ammann vyrábí široký sortiment stavebních strojů a linek pro přípravu a zpracování stavebních směsí. Vyrábí dva typy těžkých pneumatikových válců s pevným rámem, s podobnými rozměry a parametry. Jsou vybaveny stejnou pohonnou jednotkou od firmy Cummins. Jedná se o 4 válec diesel o výkonu 74 kW. Konfigurace pneumatik podvozku obou válců je 4/4 s hladkými pneumatikami. Přední náprava je řízena dvěma páry kol. Jejich zavěšení je vyřešeno podobně jako u firmy Albaret, jen s rozdílem absence samostatného prostředního kola. Jsou zde použity dva hydraulické válce pro zaručení izostatického působení stroje.

Tab. 1: Pneumatikové válce firmy Ammann typové řady AP [2]

| výrobce typ | AMMANN | |
|--------------------------|--------------------|------------------|
| | AP 240 | AP 240 H |
| <i>pneumatiky</i> | 18 PR | 18 PR (20 PR) |
| <i>šířka záběru</i> | 1986 mm | 2042 mm |
| <i>překrytí kol</i> | 33 mm | 33 mm |
| <i>konfigurace kol</i> | 4/4. | 4/4. |
| <i>pracovní hmotnost</i> | 9,5 - 24 t | 10 - 24 t |
| <i>zatížení na kolo</i> | 3 t | 3 t |
| <i>dotěžovací nádrž</i> | 1,8 m ³ | 3 m ³ |
| <i>výkon motoru</i> | 74 kW | 74 kW |



Obr. 16: Pneumatikový válec Ammann AP 240 [2]

6.2.2 BOMAG

Firma Bomag nabízí široký sortiment stavební techniky, od vibračních desek až po finišery či skrejpry. Nabízí tři typy těžkých pneumatikových válců. V konstrukci používá pevného rámu stroje s konfigurací pneumatik válce 4/4. K pohonu používá dieselové čtyřválcové Cummins a Deutz o výkonech od 71 kW do 100 kW. Přední náprava je řízena dvěma páry kol, které jsou zavěšeny obdobně jako u firmy Ammann. Izostatické působení je zde zaručeno zavěšením každého páru přední nápravy přes hydraulický válec.

Tab. 2: Pneumatikové válce Bomag typové řady BW [3]

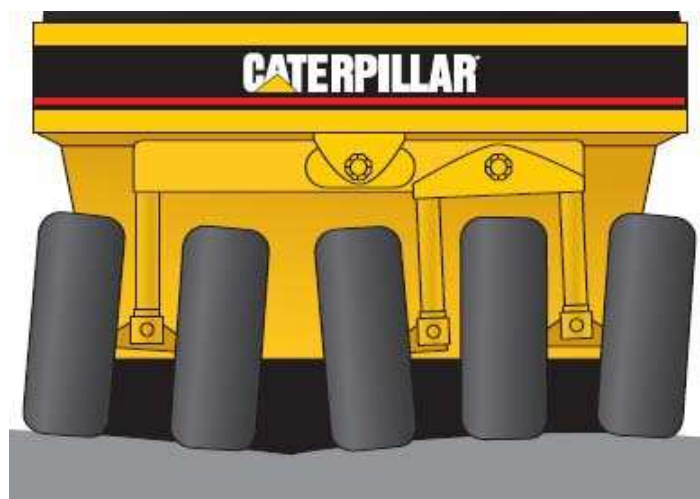
| výrobce typ | BW 24 R | BOMAG BW 24 RH | BW 27 RH |
|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| pneumatiky | 11.00/20 x 18PR | 11.00/20 x 18PR | 11.00/20 x 18PR |
| šířka záběru | 1986 mm | 2042 mm | 2042 mm |
| překrytí kol | 50 mm | 42 mm | 42 mm |
| konfigurace kol | 4/4. | 4/4. | 4/4. |
| pracovní hmotnost | 10 - 24 t | 8,8 - 24,3 t | 13,6 - 27 t |
| zatížení na kolo | 3 t | 3 t | 3,3 t |
| dotěžovací nádrž | 3,2 m ³ | 3,5 m ³ | 3,5 m ³ |
| výkon motoru | 71 kW | 74,9 kW | 100 kW |



Obr. 17: Válec Bomag BW 24 RH / BW 27 RH [3]

6.2.3 CATERPILLAR

Firma Caterpillar vyrábí všechny stavební stroje. Vyrábí tři typy pneumatikových válců pro evropský trh s pevným rámem a konfigurací pneumatik 5/4 a 3/4 z nichž je jeden střední a dva těžké. Používá svůj vlastní systém kyvadlového zavěšení kol přední nápravy viz. Obr. 18. K pohonu válců slouží dieselové čtyřválcové vlastní výroby o výkonech od 75 do 98 kW.



Obr. 18: Zavěšení kol přední nápravy firmy Caterpillar [4]

Tab. 3: Pneumatikové válce Caterpillar typové řady PS [4]

| výrobce typ | PS-150C | CATERPILLAR PS-300C | PS-360C |
|-------------------|--------------|------------------------|------------------|
| pneumatiky | 8.50/90 x 15 | 13.00/80 x 20 | 14.00/70 x 20 |
| šířka záběru | 1743 mm | 1900 mm | 2280 mm |
| překrytí kol | 13 mm | 48 mm | 58 mm |
| konfigurace kol | 5/4. | 3/4. | 3/4. |
| pracovní hmotnost | 12,9 -17,2 t | 14 - 21 t | 8,5 - 25 t |
| zatížení na kolo | 1,44 t | 3 t | 3,57 t |
| dotěžovací nádrž | 4,3 m3 | 4x1725kg ocel+voda | 7594kg ocel+voda |
| výkon motoru | 75 kW | 75 kW | 98 kW |



Obr. 19: Válec Caterpillar PS-150C [4]



Obr. 20: Válec Caterpillar PS-300C [4]

6.2.4 DYNAPAC

Firma Dynapac vyrábí širokou řadu ruční, lehké i těžké hutnící a stavební techniky od vibračních desek a vibrátorů přes pneumatikové, ježkové a vibrační válce až po finišery a stroje pro přípravu živichých směsí. Vyrábí čtyři typy pneumatikových válců s pevným rámem, jeden lehký válec a tři těžké. Používá konfigurace kol 3/4, 4/3 a 5/4. K pohonu válců firma Dynapac používá diesellový čtyřválec Cummins o výkonech od 74 do 82 kW.

Tab. 4: Pneumatikové válce Dynapac typové řady CP [5]

| výrobce typ | DYNAPAC | | | |
|-------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | CP 142 | CP 224 | CP 224 W | CP 274 |
| pneumatiky | 7.50/15 x 14 | 13.00/80 x 20 | 14.00/70 x 20 | 13.00/80 x 20 |
| šířka záběru | 1760 mm | 1800 mm | 2265 mm | 2300 mm |
| překrytí kol | 12 mm | 42 mm | 42 mm | 42 mm |
| konfigurace kol | 5/4. | 3/4. | 3/4. | 5/4. |
| pracovní hmotnost | 6 - 14 t | 9,45 - 21 t | 9,45 - 21 t | 10,8 - 27 t |
| zatížení na kolo | 1,56 t | 3 t | 3 t | 3 t |
| dotěžovací nádrž | 8x1000kg ocel | 2,2 m3 | 2,2 m3 | 3 m3 |
| výkon motoru | 74 kW | 74 kW | 74 kW | 82 kW |



Obr. 21: Válec Dynapac CP 142 [5]



Obr. 22: Válec Dynapac CP 274 [5]

6.2.5 HAMM

Firma Hamm se specializuje na hutní techniku a vyrábí válce všech druhů a velikostí. V její nabídce se nachází 7 typů pneumatikových válců, jeden lehký, dva střední a čtyři těžké válce. Používá rámy pevných i kloubových s konfigurací pneumatik 4/4, u menších válců 3/4. Jako pohonnou jednotku firma Hamm používá diesellový čtyřválec Cummins nebo Hatz.

Tab. 5: Pneumatikové válce Hamm typové řady GRW [6]

| výrobce typ | HAMM | | | | |
|-------------------|-----------|------------|------------|------------|------------|
| | GRW 10 | GRW 15 | GRW 18 | GRW 21 | GRW 24 |
| pneumatiky | 11.00 R20 | 11.00 R20 | 11.00 R20 | 11.00 R20 | 11.00 R20 |
| šířka záběru | 1986 mm | 1986 mm | 1986 mm | 1986 mm | 1986 mm |
| překrytí kol | 50 mm | 50 mm | 50 mm | 50 mm | 50 mm |
| konfigurace kol | 4/4. | 4/4. | 4/4. | 4/4. | 4/4. |
| pracovní hmotnost | 9,17-20 t | 11,68-24 t | 14,68-28 t | 21,37-28 t | 24,37-28 t |
| zatížení na kolo | 1,29 t | 1,6 t | 1,99 t | 2,81 t | 3,186 t |
| dotěžovací nádrž | | | | | |
| výkon motoru | 85 kW | 85 kW | 85 kW | 85 kW | 85 kW |



Obr. 23: Válec Hamm GRW 15 (GRW 10, 21,24) [6]

Tab. 6: Pneumatikové válce Hamm typové řady HD [6]

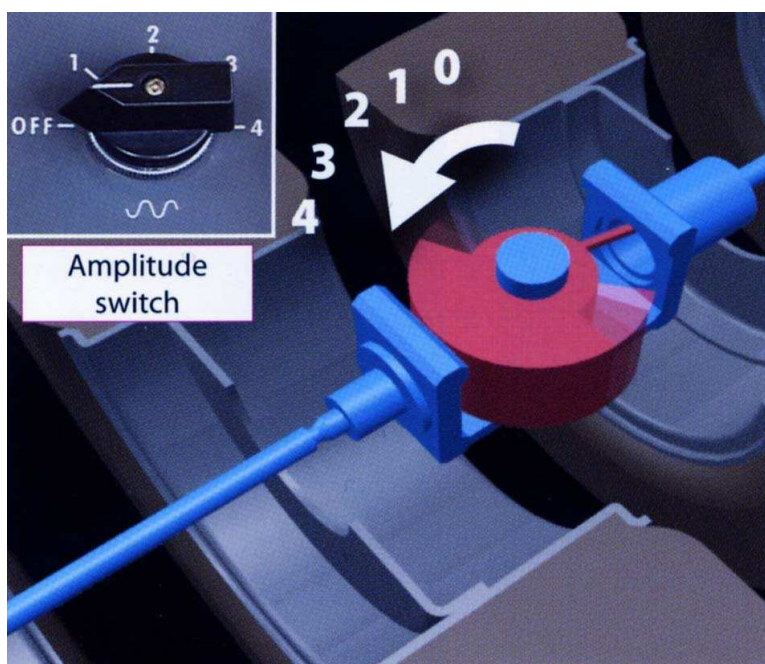
| výrobce typ | HAMM | |
|-------------------|---------------|---------------|
| | HD 14 TT | HD 150 TT |
| pneumatiky | 10.50/80 x 16 | 11.00 R20 |
| šířka záběru | 1276 mm | 1910 mm |
| překrytí kol | 85 mm | |
| konfigurace kol | 3/4. | 4/4. |
| pracovní hmotnost | 3,4 - 4,3 t | 14,3 - 14,9 t |
| zatížení na kolo | 0,68 t | 1,8 t |
| dotěžovací nádrž | | |
| výkon motoru | 40 kW | 85 kW |



Obr. 24: Válec Hamm HD 150 [6]

6.2.6 SAKAI

Tato původně japonská firma se zabývá výrobou hutnicích strojů od vibračních desek přes lehké a pneumatikové válce k válcům vibračním. Vyrábí 5 typů pneumatických válců. Z toho jsou dva lehké a tři středně těžké. Jako jediná používá v jednom svém typu válce účinky vibrací na hutněný materiál. Používá tzv. nutaci vyvolanou rotací excentru jehož osa je uložena kolmo na osu přední nápravy viz. Obr. 25 a vytváří horizontální kmitání nápravy ve směru kolmém na směr pojezdu. Válce jsou řešeny především s tuhým rámem a jeden typ s rámem kloubovým.



Obr. 25: Schéma systému použitého pro vyvolání nutace v přední nápravě [7]

Tab. 7: Pneumatikové válce Sakai typové řady TS [7]

| výrobce typ | SAKAI | | |
|-------------------|--------------|----------------|---------------|
| | TS 160 | TS 200 | T2-1 |
| pneumatiky | 9.50/65 x 15 | 9.00/20 x 10PR | 14/70-20-12PR |
| šířka záběru | 1300 mm | 2065 mm | 2275 mm |
| překrytí kol | 83 mm | 35 mm | 55 mm |
| konfigurace kol | 4/3. | 4/5. | 3/4. |
| pracovní hmotnost | 2,7 - 2,9 t | 8,5 - 15 t | 9,2 - 15 t |
| zatížení na kolo | 0,425 t | 1,74 t | 2,16 t |
| dotěžovací nádrž | | | |
| výkon motoru | 14,6 kW | 68 kW | 73 kW |



Obr. 26: Válec Sakai TS 200 [7]

Tab. 8: Pneumatikové válce Sakai TZ 701 a GW-750-2 [7]

| výrobce typ | SAKAI | |
|-------------------|------------------|---------------|
| | TZ 701 | GW-750-2 |
| pneumatiky | 14/70-20-12PR | 14/70-20-12PR |
| šířka záběru | 2275 mm | 2200 mm |
| překrytí kol | 55 mm | 145 mm |
| konfigurace kol | 3/4. | 3/4. |
| pracovní hmotnost | 9 - 15 t | 8,64 - 9,24 t |
| zatížení na kolo | 2,15 t | 1,32 t |
| dotěžovací nádrž | 4 m ³ | |
| výkon motoru | 70 kW | 92 kW |



Obr. 27: Válec Sakai TZ 701 [7]

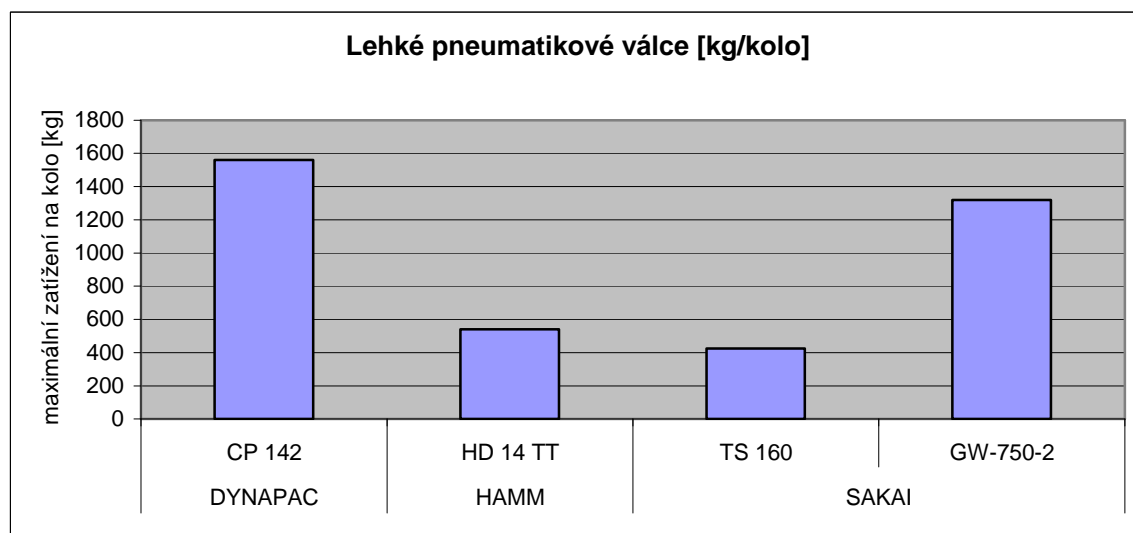


Obr. 28: Válec Sakai GW-750-2 [7]

7 Porovnání pneumatikových válců

7.1 Lehké pneumatikové válce

7.1.1 Srovnání na základě zatížení na jedno kolo válce

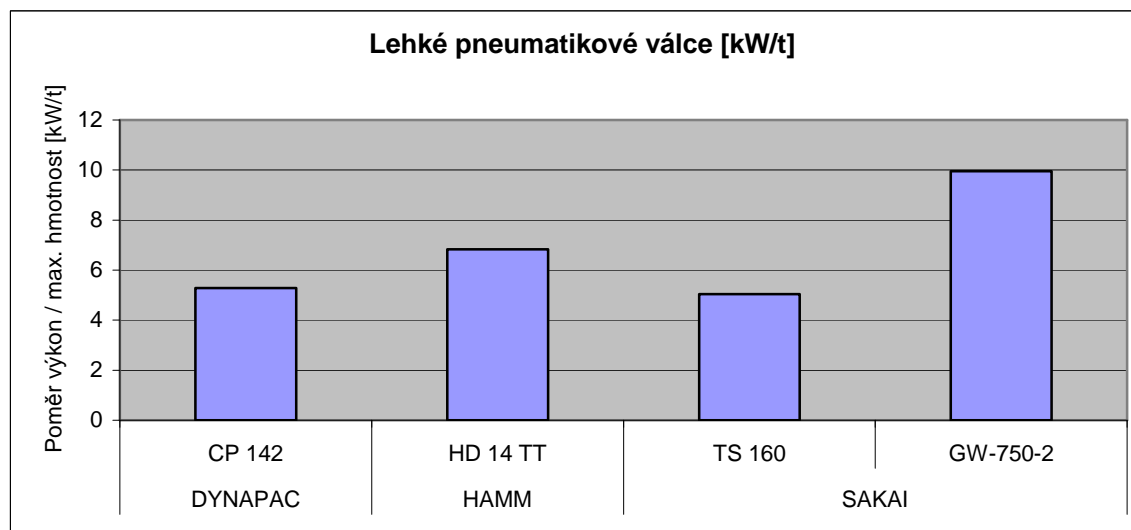


Obr. 29: Graf maximálního zatížení na kolo u lehkých pneumatikových válců

Z grafu viz. Obr. 29 je vidět srovnání válců na základě jejich maximálního zatížení na kolo. Zde má nejlepší možnosti zhutnění válec Dynapac CP 142 vzhledem k možnosti dosažení nejvyššího zatížení na kolo 1560 kg ve skupině lehkých pneumatikových válců. Druhý je

Sakai GW-750-2 se zatížením na kolo 1320 kg. Dva poslední válce jsou určeny na menší práce např. při stavbě chodníků nebo obslužných komunikací s maximálním zatížením na kolo 540 kg (Hamm) a 425 kg (Sakai).

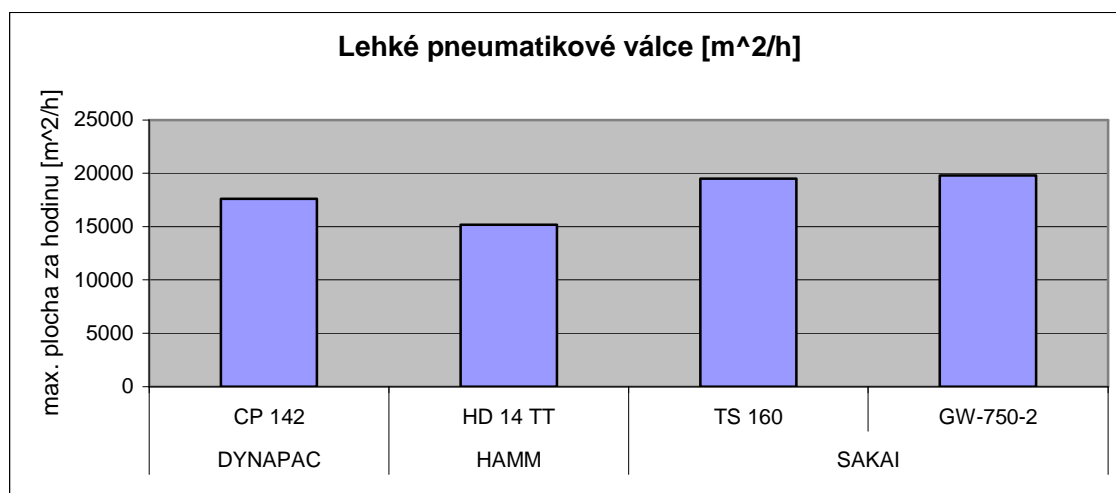
7.1.2 Srovnání na základě poměru výkon/max. hmotnost



Obr. 30: Graf poměru výkon/max. hmotnost, počet kilowatt motoru na tunu hmotnosti válce

Z tohoto srovnání má nejvyšší poměr výkon/maximální hmotnost válec Sakai GW-750-2 s téměř 10 kW na tunu. U tohoto válce je však potřeba větší výkon motoru pro pohon generátoru vibrací, který jiné pneumatikové válce nemají. Jako druhý vyšel Hamm HD 14 TT s téměř 7 kW na tunu své hmotnosti. U dvou posledních válců je tento poměr srovnatelný a lze očekávat podobné pracovní výkony těchto válců.

7.1.3 Srovnání na základě zhutnění plochy za hodinu

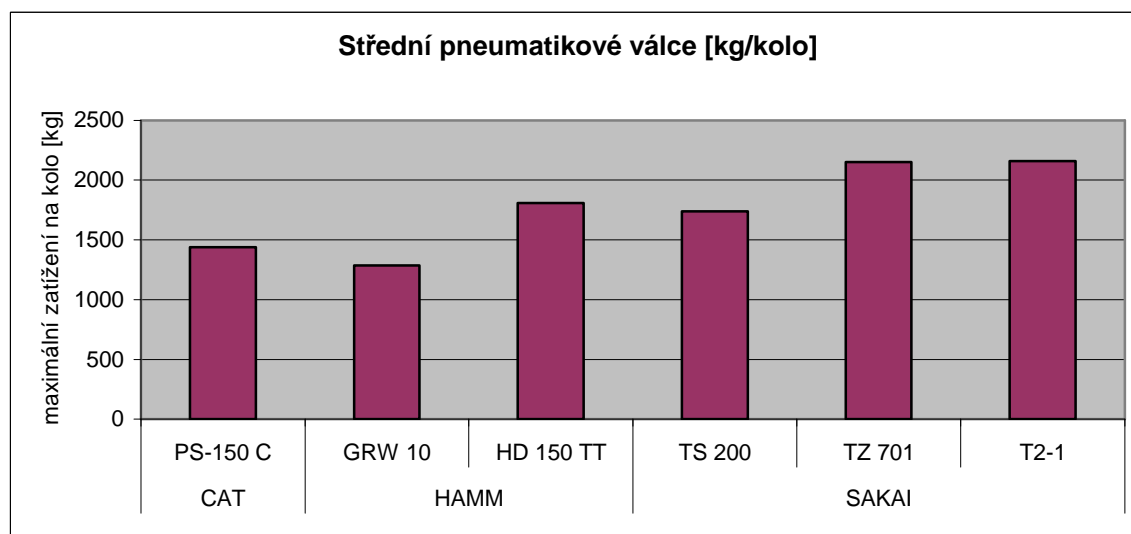


Obr. 31: Graf maximální zhutnění plochy za hodinu u lehkých pneumatikových válců

Z grafu viz. Obr. 31 lze vidět, že největší hodinový výkon mají pneumatikové válce Sakai. Tyto válce dokáží za hodinu zhutnit téměř 20000 m². Nejnižší výkon v tomto ohledu má válec Hamm HD 14 TT, který za hodinu dokáže zhutnit maximálně téměř 15200 m². Mezi lehkými válci tedy z tohoto srovnání vycházejí nejlépe válce firmy Sakai.

7.2 Střední pneumatikové válce

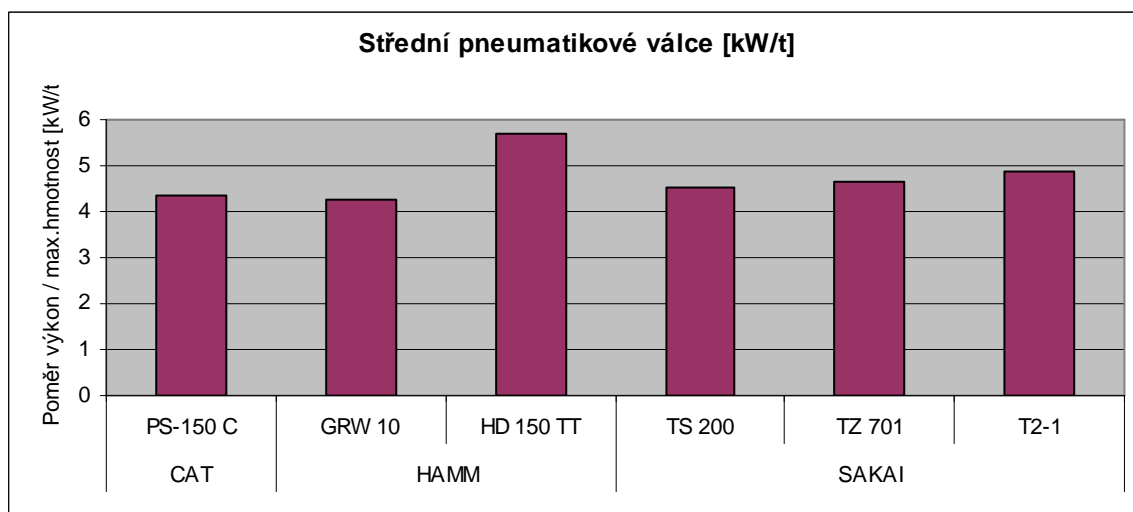
7.2.1 Srovnání na základě zatížení na jedno kolo válce



Obr. 32: Graf maximálního zatížení na kolo u středních pneumatikových válců

V grafu viz. Obr. 32 je znázorněno srovnání středních pneumatikových válců dle jejich maximálního zatížení na kolo. Z toho vychází nejlépe válce TZ 701 a T2-1 firmy Sakai se zatížením na kolo 2150 a 2158 kg. Nejmenší zatížení na kolo z této skupiny mají válce Hamm GRW 10 s 1286 kg na kolo a Caterpillar PS-150 C s 1440 kg na kolo.

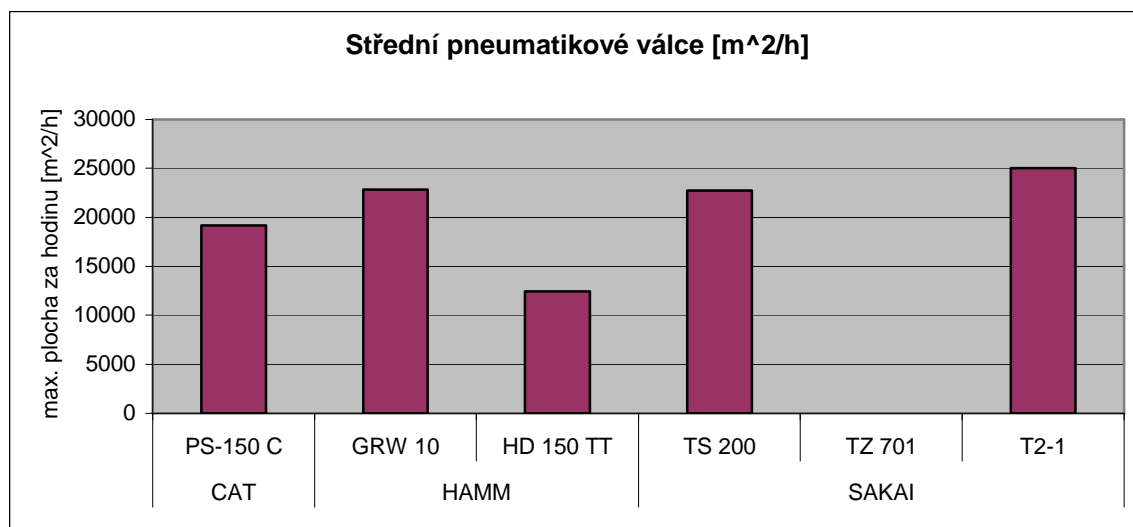
7.2.2 srovnání na základě poměru výkon/max. hmotnost



Obr. 33: Graf poměru výkon/max. hmotnost, počet kilowatt motoru na tunu hmotnosti válce

Ze srovnání v Obr. 33 má nejvyšší poměr výkon/maximální hmotnost válec Hamm HD 150 TT s 5,7 kW na tunu hmotnosti válce a nejméně kilowatt na tunu má válec Hamm GRW 10 s 4,25 kW. Ostatní válce jsou srovnatelné s poměrem asi 4,5 kW na tunu hmotnosti.

7.2.3 Srovnání na základě zhutnění plochy za hodinu

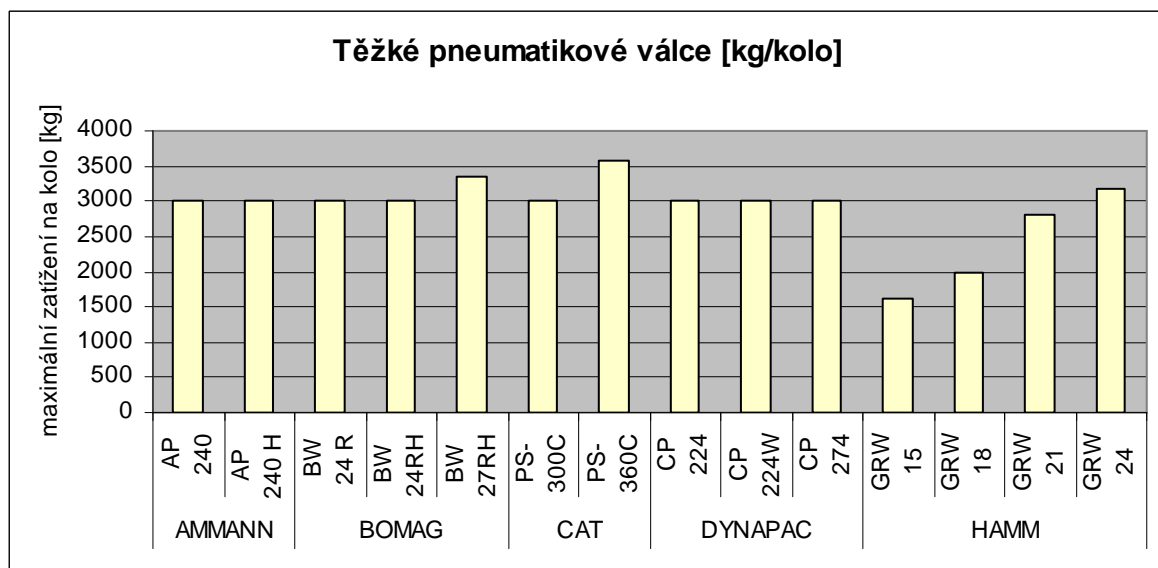


Obr. 34: Graf maximální zhutněné plochy za hodinu u středních pneumatikových válců

Ze středních pneumatikových válců dokáží zhutnit největší plochu za hodinu válec firmy Sakai. Celkově v tomto srovnání vede válec Sakai T2-1, který dokáže za hodinu zhutnit přes 25000 m². S dalším válcem Sakai TS 200 má srovnatelný výkon válec Hamm GRW 10 s výkony téměř 22800 m². Další válec firmy Hamm je v této třídě svým výkonem 12415 m² poslední za válcem Caterpillar PS-150C s výkonem přes 19000 m².

7.3 Těžké pneumatikové válce

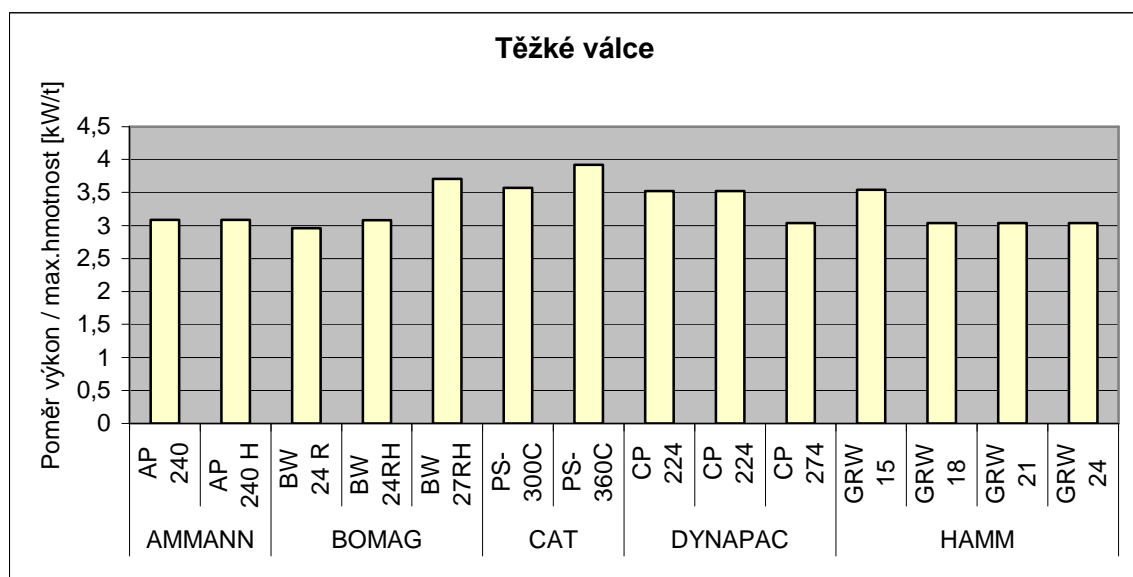
7.3.1 Srovnání na základě zatížení na jedno kolo válce



br. 35: Graf maximálního zatížení na kolo u těžkých pneumatikových válců

Nejvyšší zatížení na kolo má zde válec Caterpillar PS-360C s 3570 kg na kolo. Druhý je Bomag BW 27RH s 3338 kg na kolo. Dalších osm válců v této skupině má stejné zatížení na kolo a to 3000 kg na kolo. Toto je hodnota trendu zatížení na kolo u těžkých pneumatikových válců. Poslední s nejmenším zatížením na kolo je Hamm GRW 15, další je GRW 18 a GRW 21. Svými hodnotami se postupně přibližují hodnotě 3000 kg.

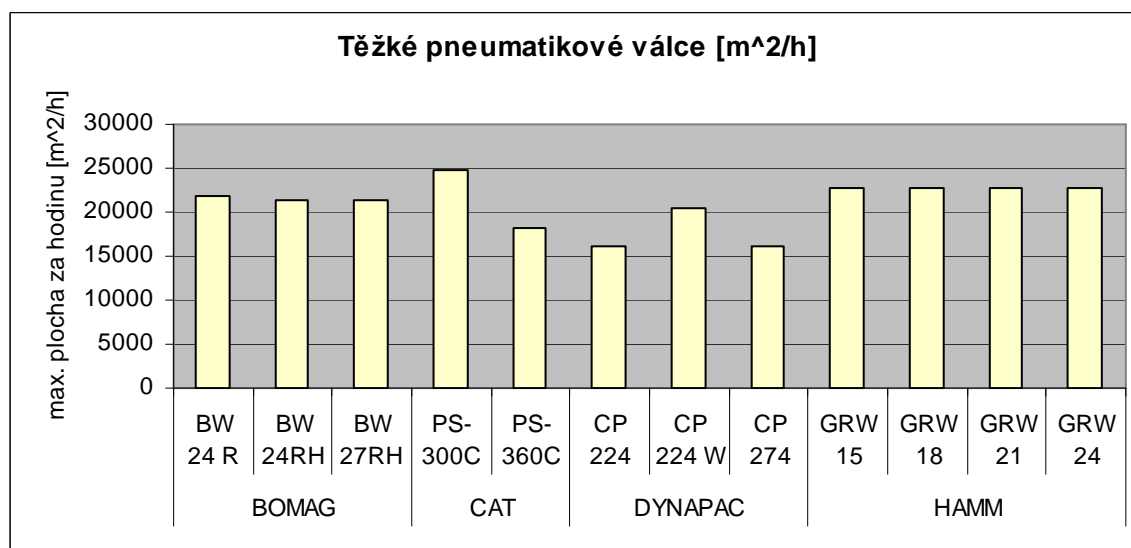
7.3.2 Srovnání na základě poměru výkon/max. hmotnost



Obr. 36: Graf poměru výkon/max. hmotnost, počet kilowatt motoru na tunu hmotnosti válce

Nejvyšší poměr výkon/max. hmotnost má z těžkých válců Caterpillar PS-360C se svými 3,9 kW na tunu své hmotnosti. Následuje skupina válců s poměrem okolo 3,5 kW/t do které patří Caterpillar PS-300C, válce Dynapac CP 224, CP 224 W a válec Hamm GRW 15. Zbytek těžkých pneumatikových válců se pohybuje okolo 3 kW/t. V porovnání s lehčími válci, které mají až 10 kW na tunu, válce těžké nevykazují nijak velké dynamické vlastnosti při provozu. Ale vzhledem ke svému určení, pro hutnění velkých ploch a dálnic u kterých není důležitá velká stoupavost stroje nebo velmi časté manévrování či změny směru pojezdu, tyto vlastnosti od nich nebudou vyžadovány.

7.3.3 Srovnání na základě zhutněné plochy za hodinu



Obr. 37: Graf maximální zhutněné plochy za hodinu u těžkých pneumatikových válců

Z těžkých pneumatikových válců dokáže největší plochu za hodinu zhutnit válec firmy Caterpillar PS-300C a to 24700 m². Jako druhé jsou všechny těžké válce Hamm, protože jsou postaveny na stejném základu. Mají stejnou šířku záběru a rychlost a za hodinu dokáží zhutnit 22839 m². Další srovnatelné jsou válce Bomag, které dokáží zhutnit přibližně 21500 m². Nejhorší v tomto srovnání jsou válce Dynapac, které i když mají jedny z největších šířek záběru, díky své malé rychlosti nedokázali v tomto porovnání příliš konkurovat. Válce Ammann zde nejsou zahrnuti kvůli nedostatku informací poskytovaných výrobcem, které by byly potřeba pro toto srovnání.

8 Závěr

Tato práce obsahuje studii typových řad pneumatikových válců od jejich hlavních výrobců, kterými jsou firmy Ammann, Bomag, Caterpillar, Dynapac, Hamm a Sakai. Jsou v ní porovnávány všechny současné výrobní modely uvedených výrobců. Na začátku práce jsou shrnuty základní poznatky z oblasti zhutňování materiálů, zkoušení jejich zhutnění a účinek hnětení, který je pro pneumatikové válce specifický. V dalších kapitolách se práce věnuje samotným pneumatikovým válcům a jejich konstrukčnímu řešení. Jsou zde popsány varianty jejich rámců, pohonů, pneumatik a jejich zavěšení a možnosti řešení řízení směru jízdy válců. V následující kapitole je rozdělení válců do hmotnostních kategorií a souhrn vyráběných typů od všech výrobců. V poslední části práce je srovnání typů pneumatikových válců jednotlivých výrobců v rámci hmotnostních kategorií podle zatížení na jedno kolo válce, počtu kilowatt na tunu hmotnosti válce a maximální možnou zhutněnou plochu za hodinu práce. V rámci hmotnostních řad jsou výrobky různých výrobců mezi sebou ve větší míře srovnatelné svými technickými parametry. Avšak v každé řadě jsou válce, které jsou ve srovnání lepší než ostatní, ikdyž nevýrazně. Důležitější je sledování těch válců, které zaostávají za svými konkurenty. U nich je rozdíl v porovnávaných parametrech znatelnější a pro volbu vhodného válce pro požadovanou aplikaci by tyto válce zpravidla vyřadil z výběru.

Dalšími kroky ve vývoji pneumatikových válců by mohlo být použití vibrací náprav, které do jednoho typu aplikuje firma Sakai. Použití tohoto systému je však diskutabilní z důvodu primární funkce pneumatik, kterou je tlumení rázů a vibrací. Výrobci se tímto snaží o úsporu hmotnosti při zachování vlastností těžkého válce. Při stavbě klasických pneumatikových válců, které využívají své statické působení v kombinaci s hnětením, se o trendu úspory hmotnosti nedá moc uvažovat, protože právě jejich hmotnost je jedním z rozhodujících parametrů vlastností válce.

9 Seznam použité literatury

- [1] VANĚK, A.: Moderní strojní technika a technologie zemních prací, Academia Praha, 2003.
- [2] Ammann Group – Pneumatic tired rollers [online]. 2010 [cit. 2010-04-20]. Dostupný z WWW: < <http://www.ammann-group.com> >
- [3] Bomag Worldwide [online]. 2010 [cit. 2010-04-20]. Dostupný z WWW: < <http://www.bomag.com> >
- [4] Caterpillar [online]. 2010 [cit. 2010-04-20]. Dostupný z WWW: < <http://www.cat.com> >
- [5] Dynapac [online]. 2010 [cit. 2010-04-20]. Dostupný z WWW: < <http://www.dynapac.com> >
- [6] Hamm [online]. 2010 [cit. 2010-04-20]. Dostupný z WWW: < <http://www.hamm.eu> >
- [7] Sakai [online]. 2010 [cit. 2010-04-20]. Dostupný z WWW: < <http://www.sakainet.co.jp> >

Seznam příloh:

Příloha 1Tabulky parametrů všech pneumatikových válců